

戦略的創造研究推進事業 CREST  
研究領域「イノベーション創発に資する人工知能  
基盤技術の創出と統合化」  
研究課題「計算機によって多様性を実現する社会  
に向けた超 AI 基盤に基づく空間視聴触覚技術の  
社会実装」

研究終了報告書

研究期間 2019年 4月～2023年 3月

研究代表者：落合 陽一  
(国立大学法人筑波大学図書館情報  
メディア系、准教授)

## §1 研究実施の概要

### (1) 実施概要

障害と社会の間の橋渡しのために AI・IoT 技術は如何にして貢献できるだろうか。本 CREST プロジェクトでは、人の空間認識能力の補完(見ること・聞くこと・触ること)と空間干渉能力の補完(物を動かすこと・音と光で情報を伝達すること・体を動かすこと)の統合を研究者と実際の困難を抱える人々のコラボレーションによって実現し、人々の能力拡張・能力補完のための AI 設計を目指した。

当初我々の目指した AI 設計とはワークショップやハードウェアデザイン、データセットデザイン等を専門家が担当するウォーターフォール型のデザイン手法であった。しかし研究を重ねるうちに、当事者研究として主体的に課題に取り組むエンジニア・デザイナー・当事者の連携の重要性が明らかになり、研究テーマとして機械学習のシステム構築を通じた当事者との対話や N 人のユーザーでのテストを重要視するよりは一人のユーザーに寄り添うタイプの開発を長時間続けることによる発見的な研究手法が見出された。

上記のように期間を通じて多様性社会のための計算機科学的デザイン手法を探求した。特にポストコロナでの生活変容に鑑み、聴覚障害ユーザーが実際に使える情報提示システム (Antenna・See-through Captions)などを展開し、当事者研究としての義足開発(乙武義足プロジェクト)などを通じ、研究開発と社会実装の並走を行った。期間中に査読つき論文39本を発表し、プロジェクトは合計数百以上のメディアに取り上げられた。耳で聴かない音楽会、アルスエレクトロニカフェスティバルでの展示・直島でのワークショップ・文化庁メディア芸術祭での入選・恩賜発明賞・Falling Walls Award・ジェームズデザインアワードの 2 年連続の国内最優秀賞受賞やグッドデザイン賞金賞の受賞などの展示機会や受賞機会を得た。普及したものやオープンソースのユーザーを獲得していったものが多く存在し、音を振動で感じる装置 Antenna は全国聾学校で使用され、そのプログラミングのための学習環境は文部科学省の情報科目の指導指針に取り組みられ、自動字幕生成システム See-Through Captions は全国の窓口で導入された。成果により AI と障害に纏わる研究と共創の大きな枠組みが認知されるようになってきた。これは論文発表のみにとらわれない開かれた研究活動が巻き起こした産物であり、チームと時代性が結節したことが大きく、日本科学未来館でのオープンラボの運営・サイエンスコミュニケーターとの交流と実践や自走するための組織体(社団法人)も含めて、様々なプロジェクトが今なお進行中である。

### 【研究ビジョン】

技術によって、元来の能力を拡張し失われた能力を補完する共創環境を構築し、そのプロセスおよび組織体を社会実装し、支える人支えられる人および共に歩む人が育む文化的ムーブメントを持続発展させることに努める。 Agitating cultural movements based on technologies that creates a co-creative environment towards expanding the original capabilities and facing disabilities, promoting socially implementation on the process and organization, fostered by those who support and those who walk together.

### 【達成状況】

70% (当初の目標通りに進んだところも進まなかったところもあるが、最終年度の探求も含めてまだ未踏の領域があることを確認している)

## (2) 顕著な成果

### <優れた基礎研究としての成果>

1. エキストリームユーザーとの協働により多くの課題発見が為された。

概要:従来の視覚障害者ように開発された球技デザインでは、バドミントンのような空中で球が移動するデザインの競技は弱視者にとって困難。視覚障害者の教養は乏しい。周囲の安全を確認する能力が低いことが多いため、運動を行う機会が少なく、肥満やうつ病に陥ることが多いこと報告されている。運動する機会を増やすことができる飛翔体制御システムを提供することを目的とした。

2. コミュニケーションのデザイン手法を当事者と共に探求した。

概要:ろう・難聴者とのコミュニケーションのきっかけをサポートするために開発された、空気渦輪を話しかけられた人の頭部に当てることでその方向を提示し、コミュニケーションの入り口を作りやすくするシステム「Air Talk-Starter」を開発した。聴覚障害者に向けた空中触覚提示として渦輪に関する基礎研究から応用に至るまでを徹底して研究を行った。ジェームズダイソニアワード 日本国内最優秀賞 受賞

3. 機械学習ワークショップを通じた技術と多様性の理解

概要:AI・機械学習の専門家ではない参加者が、自分独自の認識モデルを構築する一連のプロセスを体験できるようなシステムおよびワークショップ・イベントを設計し、その効果について分析を行った。複数の実証実験を通して、障害当事者や子供、家族連れなど、幅広い層にインタラクティブな機械学習体験を提供することで、機械学習技術に対する理解と参加者間のコミュニケーション・相互理解が促される可能性について検証した。

### <科学技術イノベーションに大きく寄与する成果>

1. 乙武義足プロジェクト

概要:通常、四肢欠損のある障害者は車椅子で移動するが、本プロジェクトでは義足を使用して歩くという新しい選択肢を示した。身体が健常者と大きく異なるため、歩行運動も身体に合わせたリハビリテーションやロボット義足の制御手法を開発し、多様な社会に向けた、多様な身体に対する一つのアプローチを体現した。

2. Antenna×豊島 アートワークショップ

概要:身体に取り付け、振動と光によって音の特徴を身体で感じられる装置「Antenna」。聾学校に導入され、発話練習やリズム練習で活用されているこの Antenna のプログラミング機能を使用し、香川県立聾学校と豊島中学校の生徒たちが香川県・豊島のクリスチャン・ボルタンスキーの作品『心臓音のアーカイブ』でワークショップを実施。それぞれの感じ方の違いや作品の感想を述べあった。

3. See-Through Captions

概要:音声認識を使ったリアルタイム文字起こしは、声を聞き取りづらい人の日常生活を支援する重要なツールとなりつつある。より良いコミュニケーションを図るためには、表情や身振り手振りなどのボディーランゲージを用い、誤認識を防ぎながら快適に利用できるシステムが必要だ。そこで、透明ディスプレイを利用したリアルタイム文字起こしのシステムを提案する。このシステムでは、自動音声認識の誤認識を話し手が確認するために、文字起こしの結果がディスプレイの両側に向けて表示される。また、透明度の高いディスプレイにより、ボディーランゲージと文字の両方を確認しながら会話を行うことができ、商品化されさまざまな場所に普及途中である。

<代表的な論文>

1. Tatsuya Ishibashi, Yuri Nakao, Yusuke Sugano, “Investigating audio data visualization for interactive sound recognition”, in Proc. 25th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI 2020).

概要:機械学習の非専門家がインタラクティブに自分用の音認識器を学習するシナリオを実現するために、大量の音データを効率よく閲覧しながらターゲットとなるクラス・カテゴリを発見し、ラベル付するためのユーザーインターフェースとそのため音データの可視化手法について詳細なユーザー実験を行った。スペクトログラムから深層学習ベースの類似画像検索まで複数の可視化手法を比較し、情報の階層によって適切な可視化が異なることを指摘した。

2. Ken Endo, Naoki Uchida, Ryusuke Morita, Tetsuo Tawara, 'Preliminary Investigation of Powered Knee Prosthesis with Small-Scale, Light-Weight, and Affordable Series-Elastic Actuator for Walking Rehabilitation of a Patient with Four-limb Deficiency', IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2022 書誌情報:2022 International Conference on Robotics and Automation (ICRA) page 1-6 DOI:10.1109/ICRA46639.2022.9811780

概要:四肢欠損のある患者一人に対し、ロボット義足の制御のパラメータを調整することにより、歩行運動のパフォーマンスが向上することを示した。その歩行運動は健常者の歩行を参考にすることはなく、被験者の身体に適した歩行運動を模索した結果、独自の歩行運動を獲得し、パラメータ調整により歩行速度の向上や上半身運動の振動低減が確認された。

3. Kenta Yamamoto, Ippei Suzuki, Akihisa Shitara, and Yoichi Ochiai. 2021. See-Through Captions: Real-Time Captioning on Transparent Display for Deaf and Hard-of-Hearing People. In The 23rd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 86, 1-4. DOI:<https://doi.org/10.1145/3441852.3476551>

概要:シースルーキャプションズという透明字幕ディスプレイシステムを用いた実践例についての報告論文。音声認識を用いることで会話のアシストを可能にする。本プロジェクトは論文の体裁のみならず多くの実証実験やメディアでの認知を獲得したが、文献としてこれを記載しておく。

## §2 研究実施体制

### (1) 研究チームの体制について

#### 1. 筑波大グループ

研究代表者: 落合 陽一(筑波大学図書館情報メディア系 准教授)

研究項目

- ・波動とデジタルファブリケーションを組み合わせた知能化技術

#### 2. 東大グループ

主たる共同研究者: 菅野 裕介(東京大学生産技術研究所 准教授)

研究項目

- ・タスクの多様性に対応するための視聴覚認識技術の開発

#### 3. Sony CSL グループ

主たる共同研究者: 遠藤 謙(株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所 リサーチャー)

研究項目

- ・社会実装に耐えうるロボット義肢技術の開発

#### 4. 富士通グループ

主たる共同研究者: 本多 達也(富士通株式会社 未来社会&テクノロジー本部)

研究項目

- ・エクストリームユーザーの需要に基づく支援装置の社会実装

### (2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

- ・Fablab ネットワークを基点として海外の研究者ともネットワークを形成しつつある。
- ・CREST プロジェクトに関わっていた研究者が海外の大学へ転出したためイギリスとの交流が盛んになった。
- ・本プロジェクトで研究員をつとめていた若手研究者が産業界へ転向し PI となったため、ネットワークが強化された。クセシビリティについての産学協同の展開が生まれた。